



*Glasilo djelatnika Instituta "Ruder Bošković", travanj 2001. broj 4*

# Ruder





**D. Keglević:**  
Prvi dani Instituta . . . .2

**V. Pravdić:**  
Kemija na Institutu . . . .4

**M. Jurin:**  
Oprema . . . . .6

**M. Writscher:**  
Elektronski  
mikroskop . . . . .9

**D. Barišić:**  
Sindkat . . . . .10

**K. Furić:**  
Osvrt na knjigu . . . .12

U ovom, četvrtom ovogodišnjem, broju, koji izlazi uoči proslave 50. obljetnice Instituta, donosimo članke o prvim danima našeg Instituta. Tekstom pod naslovom: 'Ruđer - o vremenu kada - osim dobre volje - još zapravo nije bilo ničega' Dine Keglević nas vraća u rane pedesete godine prošlog stoljeća. Institut je tada bio veliko gradilište, ali i okupljalište mladih znanstvenika koji su upućivani na usavršavanja u vodeće svjetske centre. Uz veoma zanimljiv tekst, u kojem među ostalim Dina Keglević oživljava i početke svoje specijalizacije, tu su fotografije iz toga razdoblja koje do sada nismo vidali. Nadalje, Velimir Pravdić u svojem tekstu navodi: "Na kraju svoje životne karijere znanstvenika, sa 45 godina staža na Institutu, mnogo se puta dešava da netko od mene želi saznati, što se zbivalo u skoro pedeset godina od osnivanja". Pri tome je opisao anorgansko/fizikalni dio razvitka kemije, u kojem je imao udjela, prepuštajući tekstove o razvitku teorijske i kvantne kemije, te organske kemije i biokemije drugim seniorima. Na Uredništvu je da to osigura. U Institutu je u ovoj njegovoj ranoj fazi rada i razvoja proradio i prvi elektronski mikroskop. Bio je prvi ne samo u Hrvatskoj nego i u ondašnjoj Jugoslaviji. O istraživanjima i rezultatima iz tog pionirskog razdoblja piše Mercedes Writscher koja je tada upravo to radila i još uvijek radi. Nadalje, tijekom travnja održana su dva sastanka znanstvenika na kojima je prezentirano još šest aparata sa liste kapitalne opreme. Kao i prethodni, prikazani u broju od ožujka, ovdje je prikaz pojedinih od predloženih aparata, a tekstove je za tisak priredio Mislav Jurin. U sindikalnoj kolumni Delko Barišić nam ukazuje na teme i dileme naših (naj)mnovijih plaća, odnosno kako je to zakonodavac zamislio i zacrtao. Tu su i uobičajene vijesti o kadrovskim promjenama te obranjenim magistrskim i doktorskim radovima.

Glavni urednik

Mislav Jurin

## Ruđer - o vremenu kada - osim dobre volje - još zapravo nije bilo ničega

**D**atumi potpisa nekih odluka (i dobrih i loših) često se vole nazivati «povijesnim činom» već u fazi samog potpisivanja (to naročito vole političari). Međutim, nije rijetkost da sadržaji potpisanih akata brzo izbljede i postepeno nestaju iz memorije onih kojih se to neposredno tiče. Za ostvarenje neke odluke treba stručnosti i angažiranosti onih koji je provode - potrebna je vizija koja se zna objasniti i zatim argumentirano braniti. Evo, ovaj drugi slučaj dogodio se u svibnju 1950. kada je odlukom Privrednog savjeta Vlade FNRJ osnovan u sastavu Jugoslavenske akademije za znanosti i umjetnost (JAZU) Institut za atomsku fiziku u Zagrebu. Imenovan je i Odbor za izgradnju novog instituta u koji su ušli nastavnici sa Sveučilišta u Zagrebu, Ivan Supek, Drago Grdenić, Josip Lončar, Vatroslav Lopašić, Mladen Paić, i kao predsjednik Željko Marković. Mjesto na kojemu se trebao izgraditi Institut bio je, nakon dosta dilema (Kulmerove livade u Šestinama ili Horvatovac blizu Mirogoja) bivši posjed obitelji Maceljski na Horvatovcu. Za vrijeme NDH tamo je boravila njemačka vojska, a nakon 1945. u postojeće barake smjestila je JA.

**P**odsjetimo se da je 1950. godina bliza završetku II. svjetskog rata, da je to razdoblje u kojem nuklearno oružje i prve perspektive prema nuklearnoj energetici postaju važni faktori u politici svake zemlje, te da su u to vrijeme bili već osnovani instituti u Vinči (kasnije Institut «Boris Kidrič») i Ljubljani (kasnije Institut «Jožef Štefan»). Zahvaljujući upornosti prof. Supeka u razgovorima sa tadašnjim ministrom industrije Borisom Kidričem, prihvaćeno je da se novi institut u Zagrebu usmjeri više fundamentalnim istraživanjima i to u prvom redu podizanju naše znanosti na modernoj atomističkoj osnovi-3.

**P**rije zamisao bila je da institut obuhvati Podjele teorijske fizike, molekularne fizike, nuklearne fizike i elektronike. No, vizija prof. Supeka da novi institut djeluje kao multidisciplinarna znanstvena ustanova i da bude otvoren svim osnovnim istraživanjima u prirodnim znanostima nailazila je na podršku Odbora i počela se postepeno ostvarivati.

**V**eć slijedeće, 1951. god. Institut za atomsku fiziku je preimenovan (na prijedlog prof. Supeka) u Institut «Ruđer

Bošković». Predsjedništvo JAZU, 1952. godine donosi novu organizacijsko-administrativnu shemu gdje se uz istraživanja na području fizike pojavljuju i istraživanja iz kemije. Prvotni odbor za izgradnju instituta postaje Vijeće IRB-a; za predsjednika Vijeća izabran je prof. Supek, za podpredsjednika prof. Paić, a za tehničkog direktora inž. Herman Mates. Formiraju se 4 Odjela: Teoretska fizika (pročelnik prof. Supek), Fizika I (pročelnik prof. Paić), Fizika II (pročelnik prof. Lopašić) i Kemija (pročelnik prof. Balenović). To je vrijeme kada se zamisao o multidisciplinarnosti instituta počela i ostvarivati.

**S**upek je od samog početka formiranja Instituta, dok gradnja na Horvatovcu nije ni započela, pokrenuo znanstvena istraživanja u odgovarajućim zavodima PMF-a, a kasnije i u zavodima Tehničkog, Medicinskog i Farmaceutskog fakulteta. Tako se u izgradnju i organizaciju Instituta uključuje prof. Božo Težak tada predstojnik Fizičko-kemijskog zavoda na PMF-u. Sa područja organske kemije i biokemije dolaze prof. Viktor Hahn (Tehnički fakultet), prof. Mihovil Proštenik (Medicinski fakultet) i dr. Rativoj Seiwerth (Pliva), a sa područja biologije prof. Nikša Allegretti (Medicinski fakultet).

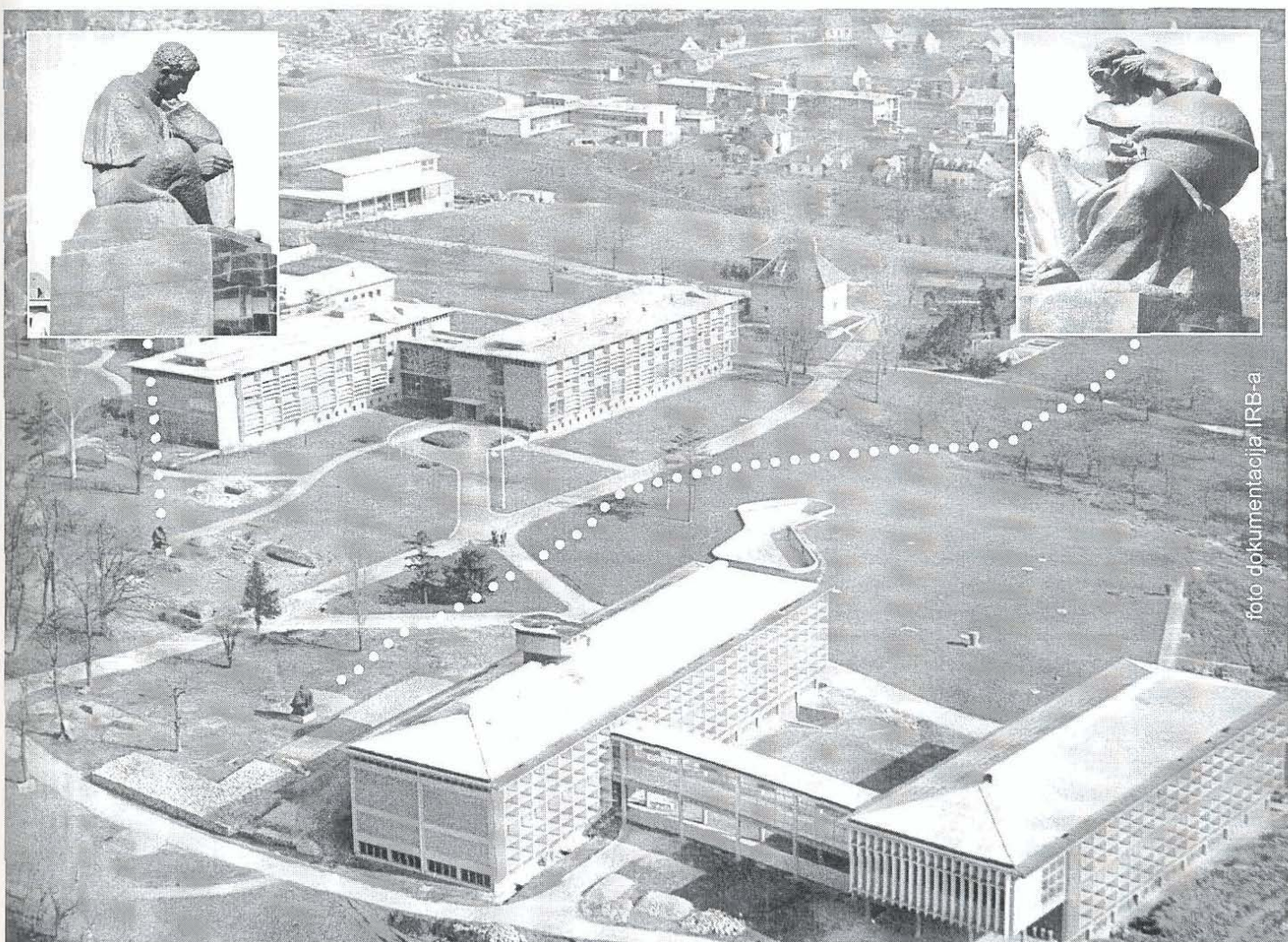
**I**sto tako, od samog osnutka Instituta poslani su mladi, tek diplomirani studenti na stipendije u inozemstvo. Oni su trebali upoznati i ovladati disciplinama koje kod nas nisu ni postojale. U prvoj fazi stipendisti su bili fizičari, nešto kasnije kemičari, a dolaskom prof. Nikše Allegretti-a medicinari i biolozi.

**O**dakle su dolazila i kolika su bila sredstva sa kojima je Institut mogao raspolažati u svojim prvim danima? Evo, što o tome piše prof. Grdenić, jedan od osnivača IRB-a: «Tih godina još nije bilo uvoza sa Zapada, pa ni uvoza kemikalija, staklenog pribora, aparata, a ni časopisa i knjiga. Na Supekov prijedlog, ministar Kidrič otvorio je IRB-u devizni račun u jednoj Zürichskoj banci sa kojeg je Supek svojim potpisom plaćao hitne, za istraživanje neophodne nabavke». Na taj način omogućen je rad mnogim laboratorijima na Sveučilištu gdje prije toga ujeta za istraživanje stvarno nije bilo. Negdje krajem 1952. god., predložio mi je moj šef prof. Balenović na Kemijskom zavodu





foto dokumentacija IRB-a



PMF-a da kao stipendista Instituta «Ruder Bošković» prisustvujem tzv. Radioizotopnoj školi koju je tada po prvi puta organizirao Atomski centar u Harwell-u (Engleska) za inostrane polaznike. Nakon toga trebala sam provesti nekoliko mjeseci u Nacionalnom institutu za medicinska istraživanja u Londonu kod dr. H.R.V. Arnstein-a (kasnije profesor biokemije na Kings College-u, London) na sintezama i primjeni  $^{14}\text{C}$ -obilježenih spojeva. Kao mladi asistent sa tek položenim doktoratom prihvatila sam sa veseljem stipendiju, iako, priznajem, moje znanje o radioaktivnim izotopima, a pogotovo o sintezi i primjeni  $^{14}\text{C}$ -obilježenih spojeva nije uopće postojalo.

Trotjedni tečaj u Harwell-u bio je za početak pravi šok; tek kasnije, kod sastavljanja tečajeva koje smo držali u IRB-u za strane posjetioce, te prilikom sastavljanja postdiplomskih predavanja, postala sam svi-

jesna koliko je stručno i pametno bio složen taj kurs u svojem teorijskom i eksperimentalnom dijelu. Boravak u jednom «pravom» organsko-biokemijskom laboratoriju kod dr. Arnsteina u Londonu bio je više nego ugodan. Tamo sam mnogo naučila o sintezi  $^{14}\text{C}$ -obilježenih spojeva, praćenju metabolizma tih spojeva i načinima mjerenja radioaktivnosti. U prvim danima siječnja 1954. god. vratila sam se nakon 11 mjeseci opet kući u Zagreb. Tada sam i prvi put u životu, u pratnji prof. Balenovića, posjetila ogromno gradilište na Horvatuvcu gdje se gradió Institut.

U to vrijeme su, po vanjskom izgledu, zgrade I i II krila izgledale dovršene. Za vrijeme mog boravka u Engleskoj ponestalo je sredstava i Vlada FNRJ nije više htjela financirati izgradnju kemijskih zgrada. Na sreću, Vlada R Hrvatske je dala sredstva za izgradnju III i IV krila, i kada sam ja došla u Rudjer, Krilo III se upravo zidalo, a Krilo IV

je bilo u početnoj fazi gradnje - vojničke barake iza IV. krila stajale su još nedirnute i prazne. Ono što me naročito impresioniralo u tim prvim danima «upoznavanja» Rudera bio je ogroman iskop na mjestu gdje je danas ciklotron. U tom golemom krateru sve je vrvilo od građevinskih radnika koji su u dugim redovima na drvenim kolicima odvažali zemlju po strmo postavljenim daskama i bacali tu zemlju na ogromne kupove postavljene u ravlini ceste. Mehanizacije je bilo vrlo malo, i sjećam se da smo često primjećivali kako se teren za ciklotron nije gradio mnogo različitiije od egipatskih piramida.

Interesantno je što prof. Supek piše o samoj Igradnji Rudera:

«Što da se priča o samim teškoćama gradnje? Bilo je to razdoblje planske izgradnje s preširokom frontom, forsiranjem teške

(nastavak na 11. str.)

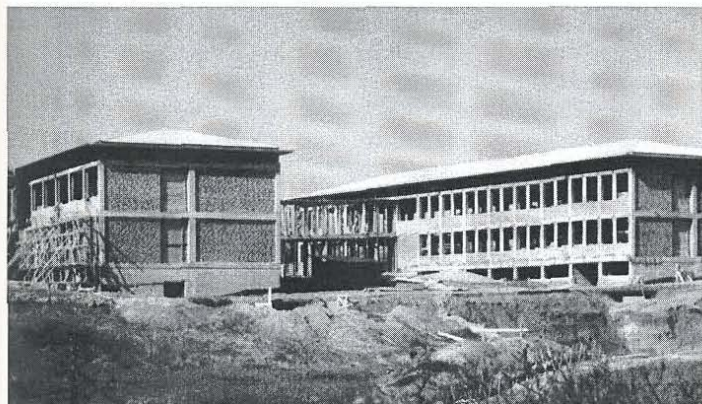


foto dokumentacija IRB-a





# KEMIJA NA INSTITUTU RUĐER BOŠKOVIĆ

## Prolog

Na kraju svoje životne karijere znanstvenika, sa 45 godina staža na Institutu, mnogo se puta dešava da netko od mene želi saznati, što se zbivalo u skoro pedeset godina od osnivanja. Kod toga nije moguće izbjeći ocjene o slaganju ni o raskoraku između želja i njihovih ostvarenja, iluzija u ostvarenju istih, razočaranja zbog nedohvatljivosti onih ciljeva, koji su se doimali kao na dohvat. Danas nove generacije istraživača, od kojih poznajem tek manji broj pojedinaca, rade na jednoj drugačijoj profesionalnoj razini. Ipak, one često zaboravljaju da su njihov položaj u društvu i znanosti kojom se bave, utjecani pozitivnim naslijeđem znanstvenih dostignuća i stečene individualne i institucionalne reputacije, ali i negativnim prizvukom neuspjeha i promašaja. Sve u svemu ostaje činjenica da je Institut Ruđer Bošković bio izvanredna pojava u jednoj maloj, i znanstveno zaostaloj zemlji, Hrvatskoj. Brzi uspon Instituta bio je posljedicom angažmana dviju generacija, poduprtih u svojim nastojanjima adekvatnom organizacijskom i financijskom potporom. Osnovan je 1950, kao protuteža uspostavi dvaju "konkurentnih" Instituta: onoga u Vinči (Beograd, koji je tek kasnije dobio ime slovenskog komunista i borca II. svjetskog rata, Borisa Kidriča), i Instituta Jožef Stefan u Ljubljani. Ruđer se uvijek oslanjao na ljudske potencijale hrvatske intelektualne sredine, ali i na sredstva, posredno ili neposredno, hrvatske privrede. Njegova je pojava i djelovanje, potpuno neočekivano i izvan standarda i okvira malograđanske sredine, uvijek izazivala otpor i nerazumijevanje, ne samo građana, već i same hrvatske znanstvene zajednice.

U pogledu unazad, cilj je i svrha ovog članka ocrtati neke okvire razvitka i djelovanja kemije na Institutu. Ovaj tekst nema pretenzija biti objektivnom poviješću razvoja, ili komentarom znanstvenih radova. On je tek subjektivni prilog sjećanjima na prošla desetljeća.

Ovim napisom opisujem samo anorgansko/fizikalni dio razvitka kemije na Institutu, onaj u kojem sam imao udjela. Ne zbog neke izuzetne važnosti tih disciplina, već stoga što će o razvitku teorijske i kvantne kemije, te organske kemije i biokemije pisati drugi suradnici.

## Prvi pokreti

Osnivanje kemije, kao zasebne discipline u okvirima Instituta, ostvareno je znanstvenom, ali i političkom odlukom o proširenju osnovnog usmjerenja Instituta s teorijske i eksperimentalne nuklearne fizike na druge temeljne, prirodnoznanstvene discipline. Tada je započela i gradnja zgrada III i IV na kampusu IRB-a. Najvažnija odluka, ona o stvaranju kadrovske osnove, provedena je od 1953. godine, namještanjem mladih suradnika - kemičara, anorganičara, organičara i fizikalaca, koji su dobili privremeni smještaj u laboratorijima na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu na Marulićevom trgu 19, u zgradi kemijskog Instituta PMF na Strossmayerovom trgu 14, i na Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada na Ksaveru. Pravi radni zamah kemijskih istraživanja započeo tek 1955. kada su dovršene i, postupno, instrumentalno opremljene novosagrađene zgrade. Odmah po useljenju započeo je intenzivan rad mladih suradnika - a radilo se, prema tadašnjem Zakonu o radu, 48 sati tjedno, 6 dana u tjednu. To je bio tek formalizam, jer je rasvjetljenost prostorija duboko u noć bila svjedokom radnog entuzijazma, ili, ako hoćete, težnje znanstvenika za postizavanjem rezultata i za afirmacijom.

U prostorijama zgrade III bili su smješteni odjeli (imena su se mijenjala tijekom godina) anorganske i fizikalne kemije, te odjel za radioizotope. Osnivači i pokretači tih odjela, odnosno laboratorija bili su profesori PMF-a, Drago Grdenić, Božo Težak i Mirko Mirmik, a nešto kasnije Smiljko Ašpreger s Farmaceutsko - biokemijskog faku-

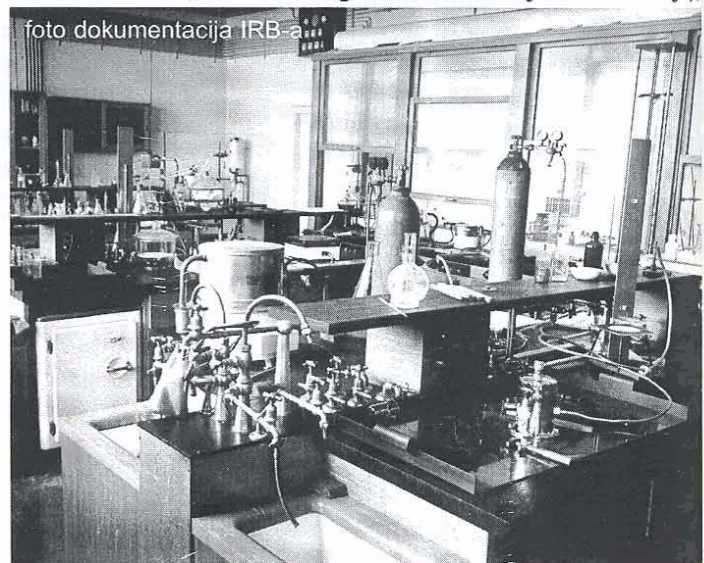
lteta. Počeci rada bili su tek nastavak njihovih postojećih istraživačkih programa na fakultetu, zadanih idejama voditelja, ali i ograničenjima instrumentalne osnove.

## Razvoj znanosti i odgoj istraživača

Drago Grdenić bio je već tada priznati rentgenski strukturaš, specijaliziran u Moskvi, koji je svoju djelatnost upotpunio anorganskom sintezom i pripravom kristala. Obje su tehnike, i sinteze spojeva i uzgoja kristala, bile usmjerene na pripravu materijala podesnih za određivanje struktura. Bilo je to usmjerenje istraživačkog rada k točno označenom cilju. U tu kategoriju spadaju istraživanja struktura živinih spojeva, ali i radovi na pripravi monokristala poluvodiča silicija i germanija, koji su tada bili mnogo traženi i istraživani u herojsko doba razvitka poluvodičke elektronike.

Danas je djelatnost istraživača iz tog područja usmjerena na neka druga područja: na koroziju i korozijske produkte upotrebom Mössbauerove spektroskopije, te na sinteze i proučavanja strukturno definiranih alumo-silikata, zeolita.

Tehnike su nadopunjavane: spektroskopijom (vidljivom i UV, infracrvenom, nuklearno-magnetnom rezonancijom široke linije),



te dielektričkim mjerenjima. Prve se spektrometre Vis-UV i IR već moglo kupiti na tržištu od renomiranih američkih tvrtki. Istraživači su, uz podršku izvrsnih tehničara-elektroničara, izgradili NMR široke linije za proučavanje kristala, instrument koji se tada nije nalazio u ponudi proizvođača instrumenata. Ovaj posljednji bio je izvorom čitavog niza važnih znanstvenih radova o strukturama kristala, kao i nekih tek pronađenih (kao npr. određivanje prvih u svijetu NMR spektara XeF<sub>8</sub> u suradnji sa slovenskim kemičarima, posebno Jožom Slivnikom iz Instituta Jožef Stefan iz Ljubljane). Rad i održavanje NMR spektrometra široke linije bili su omogućavani podvizima izuzetno sposobnih tehničara i inženjera.

Gradnja kemiji potrebnih instrumenata, koju su najvećim dijelom podržavali vrsni elektroničari - inženjeri Odjela elektronike, odražavala je nastojanja prema frontalnim istraživanjima u odgovarajućim znanstvenim disciplinama. U to vrijeme u drugim laboratorijima i radionicama Instituta gradili su se ciklotron, neutronske generator tipa Cockcroft-Walton, uređaj za ogib g-zraka, i niz manjih eksperimentalnih ili pomoćnih uređaja, koji se tada nisu mogli kupiti na tržištu, ili su bili građeni prema specifičnim zahtjevima istraživača i znanstvenika.



Mladi istraživači slani su u laboratorije i centre u Francuskoj, Vel. Britaniji i Sjedinjenim državama Amerike, s ciljem upoznavanja i prenošenja u novoosnovane laboratorije Instituta kako problematike tako i načina rada. Oni su odlazili i vraćali se. Po njihovom povratku zavladała je, danas nezamisliva, kompeticija suradnika oko prenošenja nove problematike, natjecanja za sredstva i prostore u kojima su se nove zamisli mogle ostvariti.

Fizikalna kemija, pod vodstvom Bože Težaka, započela je svoj rad u kontinuitetu problematike koloidne kemije modelnih srebrnih koloida, u uspostavljanju teorije stabilnosti, koagulacije i taloženja. Od toga su se tek djelomično odvajali napor oko razvika analitičke kemije tragova metala polarografskom analizom; istraživanja vezana uz elektroforezu na papiru, kojima su određivani pokretljivost nekih biokemijskih spojeva važnih u kliničkoj diagnostici, ali i naboji i sastav kompleksa prelaznih metala - radionuklida. U Mirnikovoj grupi vrlo se rano počelo radom na radiokemiji niskih aktivnosti, koji je bio osnova za kasniji rad na odvajanju radionuklida proizvedenih ciklotronom.

Niz radova suradnici su počeli objavljivati već krajem 1950-tih godina. Težakova škola koloidne kemije (koju je u Ann. Rev. Phys. Chem. 1957. Al Zetlemoyer nazvao "Yugoslav school of colloid chemistry", za razliku od tada dominirajuće Nizozemske škole) svojim je neoortodoksnim pogledima ukazivala na nedostatke tadašnje jedine teorije koagulacije hidrofobnih koloida po Verweyu i Overbeeku (kasnije nazvanom DLVO po Derjaguin - Landau - Verwey - Overbeek-u). Bio je to sukob DLVO teorije temeljene na teoriji Sternovog električnog dvosloja, s onom Težakovom, koja je iste pojave tumačila primjenom koligativnih svojstava elektrolita, osmoze, ili pojavama zasnovanim na hipotezi ionske izmjene. Ovu je posljednju do teorije razvio Mirko Mirnik, iako ona, nažalost, nikada nije zauzela značajnije mjesto u svjetskoj literaturi.

Iako nikad u cjelini prihvaćena, Težakova je teorija učinila mnogo na razjašnjavanju i upotpunjavanju spoznaja o stabilnosti i koagulaciji hidrofobnih koloida. Objavljenim radovima, koji su, ne jednom, nailazili na izrazite prepreke recenzenata svjetskih časopisa, fizikalna kemija na Institutu dobila je svoje prepoznatljivo mjesto u svjetskoj znanosti. Tomu se mnogo doprinijele i kasnije Ljetne škole o "Kemiji granica faza" (njih 8 održanih u Hrvatskoj u razdoblju od 1969 - 1989. godine) koje su bile diskusijski forum svjetski priznatih znanstvenika. Težak do svoje smrti 1980. nije priznavao prednost DLVO teorije, a Mirnik je, još skoro dvadeset daljnjih godina, razrađivao teoriju koagulacije na principima ionske izmjene, suprotstavljajući se prodoru DLVO teorije u sve udžbenike i monografije o koloidima i o granicama faza hidrofobnih koloida.

Kemijska je kinetika reakcija u tekućoj, ali i u plinskoj fazi, čiji je protagonist bio Smiljko Ašperger, stvorila još jedan svjetski centar fizikalne kemije. Danas je teško razumjeti napore u uvođenju eksperimentalnih tehnika mjerenja brzih i ultrabrzih ionskih reakcija instrumentima, koji su bili građeni (i sagrađeni!) u radionicama Instituta. Proširenje na proučavanja kinetike reakcija u plinskoj fazi omogućeno je nabavkom i uvođenjem prvih spektrometara mase u te laboratorije.

U ovim bi okvirima bilo potrebno spomenuti da je jedan od odvojaka Težakove koloidne kemije bio onaj dio, koji je svoja istraživanja posvetio proučavanju taloženja biološki aktivnih anorganskih materijala, kao i interakcija s biopolimerima. Danas je njegova djelatnost znatno smanjena, zato što su protagonisti te problematike otišli u inozemstvo, gdje nastavljaju raditi upravo na onim problematikama, koje su stvorene u kemijskim laboratorijima Instituta.

## Znanstvene rasprave, razmimoilaženja i posljedice

Danas, na zalazu klasičnih shvaćanja o teorijama o kompleksnim kemijskim sustavima, počinje bivati jasno da su sve one tek približenja u opisivanju i predskazivanju pojava. Kada su polemike i suprotstavljavanja u tim područjima nestala sa stranica svjetske znanstvene literature, nestala su i sjećanja na žučne znanstvene rasprave, koje su se vodile od 1950-tih do 1970-tih godina.

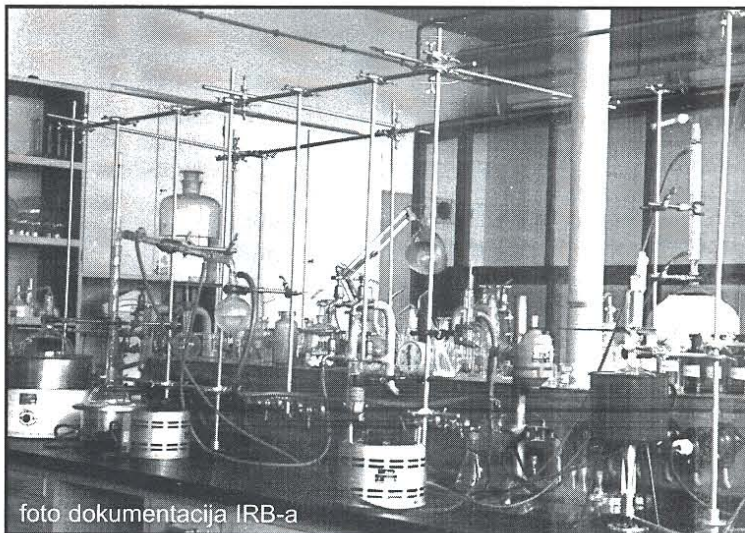
Zaboravljen je i presudan doprinos protagonista tih rasprava

odgoju i obrazovanju, ili još važnije, u brušenju novih naraštaja znanstvenika: zaboravlja se kako se znanost razvija jedino u okvirima nepoštedne (a ne samo t.zv. "konstruktivne") kritike, kao i na osnovi objavljenih radova s jasnim znanstvenim ciljem i sadržajem. Sve do kraja 1960-tih godina nisu bili poznati fenomeni serijskih, i često za znanost suvišnih radova, kojima se danas često popunjavaju uvjeti za napredovanje, ili pothranjuju samodopadnosti pojedinaca.

## Nuklearna orijentacija kemije na Institutu

Nuklearna orijentacija istraživanja u anorganskoj i fizikalnoj kemiji danas je predmetom neinformiranih interpretacija i potpunog nerazumijevanja okvira i okolnosti u kojima je ona bila ostvarivana krajem 1950-tih i 1960-tih godina. O tome postoji niz napisa objavljenih u hrvatskim časopisima, posebno od Ivana Supeka. Ne ulazeći u iscrpnu analizu svih publikacija, čitaocu skrećem pažnju jedino na rad koji sam objavio 1995.

Institut je od polovice 1950-tih do kraja 1960-tih bio dio ustroja Savezne nuklearne komisije, koja je u prvo vrijeme bila pod nadzorom Aleksandra Rankovića, jedne mračne, ali i inteligentne osobe iz najužeg političkog vodstva komunističke Jugoslavije. Od njegovog utjecaja važnija je atmosfera u svjetskoj znanosti 1950-tih godina. Nuklearna je energija smatrana rješenjem za sve energetske potrebe čovječanstva. Proizvodnja struje u nuklearnim elektranama predkazivana je toliko jeftinom, da je bilo prijedloga o ukidanju mjerenja potrošnje struje. Građeni su i trgovački brodovi na nuklearni pogon (američki Savannah, i njemački Otto Hahn). Velike su se nuklearne kompanije borile za primat u razviku tehnologije nuklearnih reaktora, od grafitom moderiranih plinom hlađenih reaktora, preko teškovođenog reaktora na prirodni uran kanadskog tipa, do lakovođenog reaktora na kipuću vodu (General Electric), ili na laku vodu pod pritiskom (Westinghouse). O tehnologijama, koje su se razvijale u tadašnjem Sovjetskom savezu, znalo se i malo i mnogo. Veliku su ulogu u tim istraživanjima imali i vojni kompleksi USA, Vel. Britanije,



Francuske i Sovjetskog saveza. Male države poput tadašnje Jugoslavije imale su ambiciju prijenosa i stvaranja novih tehnologija, koje bi ih priključile svjetskim razvojnim trendovima. Prihvaćanje i težnja k tehnološkom napretku stvarale su drugačiju, za nuklearnu tehnologiju povoljnu klimu, nego što je to bila ona sa kraja 1960-tih godina i kasnije, kada su zdravstvene i ekološke posljedice radijacije i radioaktivnog otpada postale jednim od glavnih problema sigurnosti okoliša i preprekom uvođenju nuklearnih reaktorskih tehnologija.

Na institutu su krajem 1959. godine, i početkom 1960. iskorištena fizikalno - kemijska, analitička i koloidno kemijska istraživanja i stvoren je projekt dobivanja uranovog dioksida iz kiselih rudača - granitnih stijena - iz istočne Srbije (Stara planina). U jednom brzom i djelotvornom projektu elektrokemijske redukcije, ostvarenom čak i u poluindustrijskom mjerilu, institutski su kemičari - zastupnici temeljnih istraživanja - pokazali, kako se temeljna istraživanja brzo i lako prenose u praksu. Čitavo postrojenje za elektrokemijsku

(nastavak na 8. str.)



*Uz osam aparata o kojima je pisano u prošlom broju "Ruđera", listi kapitalne opreme treba dodati i ovih šest aparata. Potrebu njihove nabavke obrazložili su znanstvenici tijekom dvaju sastanaka u travnju 2001. godine.*

*Leo Klasinić i Dajana Sršen*  
Izloženi spektrometri

Maseni spektrometar ili spektrometar masa zajednički je naziv za vrlo široku porodicu instrumenata kojima određujemo relativnu masu (tj. obzirom na 1/12 mase atoma ugljika) pojedinih molekula ili atoma u formi njihovih pozitivnih ili negativnih iona. Instrumenti zapravo mjere odnos mase i naboja koristeći svojstva iona u interakciji s magnetskim i/ili električnim i/ili visokofrekventnim elektromagnetskim poljem. Najsuvremenije su izvedbe kvadropolni instrumenti u više stupnjeva (QMS instrumenti), ionsko-ciklotronsko-rezonantni instrumenti sa supravodljivim magnetima velike snage i Fourierovom transformacijom (FTMS instrumenti), te sofisticirani instrumenti koji mjere trajanje prolaza ("leta") kroz instrument prethodno ubrzanog paketa iona (TOF instrumenti). Svi instrumenti dakako mjere u vrlo visokom vakuumu da se sudarima ne utječe na svojstva mjerenih iona. Instrumenti se razlikuju i po načinu pripreve iona u njima (sudari, desorpcija ...) i dovođenju uzorka u njih (gc, hplc...). U Institutu je Laboratorij za kemijsku kinetiku (kasnije nazvan Laboratorij za kemijsku kinetiku i atmosfersku kemiju) od 1959. godine imao 3 instrumenta. Do 1968. bio je to slovenski MS-6 magnetski sektorski instrument niskog razlučivanja na kome je izrađeno 6 publikacija. Tada je kupljen Varianov CH-7 također sa sektorski magnetnim analizatorom koji je mogao raditi i kao gc-MS i mjeriti točno izotopske odnose ( $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ,  $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ ). Na njemu su dijelom u suradnji sa istraživačima iz Instituta Jožef Stefan u Ljubljani, koji su u to vrijeme imali i instrument visokog razlučivanja, izrađena više od 80 znanstvenih radova. Od 1991. imamo najsuvremeniji FTMS sa supravodljivim magnetom od 3 T i mogućnošću uz ostalo i laserske ( $\text{NdYAG}$  i  $\text{N}_2$ ) ionizacije (LDI i MALDI). Nažalost taj skupi i složeni stroj nije došao u pravi prostor, a zbog ratne situacije nije imao nikakav servis i podršku proizvođača. Tako se u nas stvara već treća generacija operatera koji sami moraju pogoniti, servisirati i popravljati stroj što ih jasno čini vrlo privlačnim za svakog imao ca takvih instrumenata u svijetu. Tako smo i izgubili tri vrsna stručnjaka i dugo je trajalo dok smo ih mogli zamijeniti. Želimo li u budućnosti kupiti novi stroj s idejom da to bude srce Servisa za spektrometriju masa onda bi to trebao biti MALDI TOF ukoliko bi uzorci prvenstveno bili proteomske problematike odnosno višestepeni QMS ako bi težište bilo na problemima organske kemije. Za vrlo točna određivanja masa i studij reakcija u plinskoj fazi i nadalje bi bio dobar FTMS uz zamjenu potpuno zastarjelog (17 godina) kompjutera 1280 Data Station koji ga pogoni. Nažalost 1995. nije bilo 105.000 USD potrebnih da se kupi tada izašli Odyssey sustav. Koji god da se stroj kupi posebno je imati školovanog opera-

tera s radnim iskustvom od 1-2 godine u spektrometriji masa i koji će biti uz dobre uvjete voljan ostati u Servisu "zaувijek". Grubo pravilo iz spektrometrije masa kaže da 10% vrijednosti stroja treba biti godišnje takvom servisu na raspolaganju pa se iz toga može doći i do cijene "usluge".

**Biserka Kojić-Prodić:**

**Rentgenski difrakcijski uređaj za makromolekule monokristala s osjetljivim i brzim sistemom za detekciju**

Na temelju djelatnosti Laboratorija u području biokristalografije i sustavno obrazovanoj mlađoj generaciji znanstvenika o čemu svjedoči bibliografija i priznanja suradnicima, te uz opsežnu znanstvenu suradnju i suvremeni plan istraživanja, postoji realna osnova za nabavku osnovnog instrumenta. Kappa CCD-2000 135 mm sa CCD detektorom i sistemom hlađenja za rad na temperaturi tekućeg dušika (100 K). To predstavlja novi integrirani sustav za prikupljanje difrakcijskih intenziteta kristala makromolekula, a uz neznatnu preinaku služi i za mjerenje intenziteta kristala "malih" molekula. On sadrži: 6 kW generator s rotirajućom anodom snabdjevenom s podesnim hlađenjem, posebnu konfokalnu optiku za postizanje zračenja visokog sjaja, kapačetverokružni goniometar, CCD (charge-coupled device) detektor promjera 135 mm koji je vrlo osjetljiv i brz, on-line kompjutersko vođenje mjerenja s pripadnim softverom, krio-jedinicu za hlađenje uzorka. Prema podacima tvrtke Nonius, čiji je proizvod opisan, diljem svijeta instalirano je 90 takvih uređaja. U svijetu postoje još dva proizvođača analognih uređaja koji se također rabe, ali nam nisu dostupni podaci. S obzirom na aktuelnost istraživanja u području proteomika bez molekularne genetike, proteinske kemije i određivanja trodimenzionalne strukture makromolekula nije moguće zaokružiti istraživanja i dobiti potpuni odgovor o ulozi i mehanizmu djelovanja proteina. Te spoznaje i znanja primjenjuje se u molekularnoj biologiji, molekularnoj medicini, farmakologiji, biotehnologiji i ekologiji. Naša grupa ostvarila je znanstvene rezultate u okviru istraživanja lipaza, enzima koji imaju primjenu u svim gore navedenim područjima, zahvaljujući interdisciplinarnoj suradnji s kolegama kako u Institutu tako i u inozemstvu.

**Zvonimir Maksić:**

**Centralni računalni sustav i mreža**

Napredak kompjuterske tehnologije, te razvoj teorijskih metoda, posebice kvantne teorije, omogućio je modeliranje i simulaciju najrazličitijih svojstava materije, od elementarnih čestica do vrlo velikih makromolekula, koje određuju ponašanje živih bića. Možemo bez pretjerivanja reći da je u zadnjih 20-ak godina na sceni permanentna tiha znanstvena revolucija, koja je rezultirala

## OBRAZLOŽENJE PR KAPITAL

računskim prirodnim znanostima (computational science). Ove posljednje su dramatično promijenile modernu fiziku i kemiju, prodirući sve više u molekularnu biologiju, ne samo u obliku bioinformatike, nego i kao kvantno modeliranje strukture i funkcije fragmenata DNA i proteina. Danas je opće prihvaćeno mišljenje da računske znanosti tvore zajedno s eksperimentom i teorijom tri osnovna stupa, na kojima počivaju moderna prirodnoznanstvena istraživanja. Pri tome valja naglasiti da one premošćuju jaz između eksperimentalnih rezultata i stroge teorije. Također vrijedi spomenuti da računske prirodne znanosti svojim univerzalnim metodama ujedinjuju velik dio fizike s kemijom i molekularnom biologijom brišući njihove međusobne granice. Konačno, kompjuterski proračuni daju često informacije, koje su komplementarne eksperimentalnim rezultatima, te mogu korisno poslužiti u planiranju ciljanih eksperimenata. Važno je istaknuti da će uloga računskih prirodnih znanosti s vremenom biti sve veća, paralelno s razvojem kompjuterske tehnologije. Poznato je, primjerice, da se brzina procesora udvostručava svakih 12-16 mjeseci. Procjenjuje se da će se ovakav trend razvoja postojeće tehnologije zadržati još 20-ak godina. No do tada će vrlo vjerojatno poluvodičke integrirane krugove ionako zamijeniti molekularni. Prema tome, želi li se Institut uhvatiti u koštac sa znanstvenim problemima 21. stoljeća, onda mora imati djelotvoran centralni kompjuterski sustav i dobro organiziran Računalni centar, kao i priпадnu brzu institutsku mrežu. Bit će do kraja eksplicitan i jasan - bez toga Institut gubi svoj raison d'être. Najekonomičnije rješenje za centralni kompjuterski sustav je grozd (cluster) jakih personalnih kompjutera, koji se vremenom mogu nadograđivati i modernizirati.

**Milko Jakšić:**

**MV tandem akcelerator**

Postojeći Tandem Van de Graaff akcelerator IRB-a (napon na terminalu 1.0- 6.0 MV) uz prosječno 1000 sati rada na godinu, danas direktno koriste laboratoriji triju Institutskih zavoda, a redoviti su korisnici akceleratora i dvije grupe iz talijanskog INFN-a (Torino i Catania), te IAEA iz Beča i laboratorija u Seibersdorfu, s do 30 dana na godinu. Od 1996. objavljuje se godišnje prosječno 10 C.C. radova koji su u eksperimentalnom dijelu u cijelosti ili djelomično koristili postojeći akcelerator. Zbog poteškoća u održavanju akceleratora, te njegovog relativno skupog rada, krajem 2000. godine IAEA je odobrila približno 150.000 USD tehničke pomoći za poboljšanje postojećeg ili nabavku novog akceleratora, kako bi se omogućilo rutinsko korištenje ionskih snopova u direktnim primjenama (analitičke metode i modifikacije materijala). Kako se većina primjena akceleratora ostvaruje na niskim naponima (oko 1 MV), dok su trendovi u istraživanjima interakcija ionskih snopova i materijala sve bliže tankim slo-



# LOGA ZA NABAVU OPREME

jevima i površinama uzoraka (pogodnije su niže energije i teži ioni) odlučili smo se za nabavku novog kompaktnog tandem akceleratora s bitno poboljšanom stabilizacijom energije, transmisijom snopa te nižim visokim naponom (0.1-1.0 MV) ali i bitno nižim troškovima održavanja. Umjesto daljnjih investicija u stari akcelerator (koji će sa smanjenim udjelom ipak ostati u uporabi) u sklopu postojećeg prostora instalirao bi se i novi akcelerator. Korištenjem istih eksperimentalnih linija, iskoristila bi se i naša prednost da imamo sustav za fokusiranje ionskog snopa na potencijalno submikronske dimenzije (nuklearna mikroproba i nova komora s visokim vakuumom) koji bi nam u vrlo skorom vremenu omogućio ostanak u grupi svjetskih laboratorija koji uz visoku prostornu razlučivost fokusiranog snopa (ispod 500 nm), imaju i eksperimentalni postav s značajnim brojem metoda karakterizacije uzoraka (PIXE, RBS, PIGE, NRA, ERDA, STIM, IBIC, IL). Uz pripremu prostora koju je potrebno završiti do sredine 2002 kada očekujemo instalaciju novog akceleratora, očekujemo značajniju potporu MZT (do 150.000 USD) koja bi omogućila nabavku nama najpouzdanijeg akceleratora koji može biti instaliran i održavan vlastitim snagama. U obzir dolaze dva tipa akceleratora i to Pelletron (NEC, SAD) ili Tandetron (HVEC, Nizozemska). Zbog kompleksnosti samog sustava akceleratora (visoki naponi, ionska optika, vakuumski sustavi, kompjuterska kontrola akceleratora, višeparametarski sustav za sakupljanje podataka, spektroskopije, modifikacija materijala, itd.), ulaganje u ovu vrstu uređaja gdje već postoji značajno iskustvo, korisno je i u sferi obrazovanja mladih stručnjaka raznih disciplina.

## Marijan Ahel:

Vezani sustav tekućinska kromatografija/tandem spektrometrija masa (LC/MS/MS)

Vezani sustav tekućinska kromatografija/tandem spektrometrija masa (LC/MS/MS) predstavlja danas najmoćniji uređaj za analizu kompleksnih smjesa organskih spojeva. Pripada skupini suvremenih hibridnih analitičkih instrumenata, objedinjujući prednosti tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC) za odjeljivanje sastojaka i tandem spektrometrije masa (MS/MS) koja osigurava vrlo osjetljivu i selektivnu detekciju. Iako je ova analitička tehnika poznata više od dva desetljeća, tek je uvođenjem novih nano-tehnika ionizacije, kao što su ionizacija kod atmosferskog pritiska i elektro-sprej-ionizacija, te novim dizajnom povezivanja tekućinskog kromatografa sa spektrometrom masa omogućen revolucionarni pomak u analitici nehlapljivih i termolabilnih organskih molekula. Naime, donedavno su se visokospecifične analize organskih spojeva uglavnom temeljile na upotrebi vezanog sustava plinska kromatografija/spektrometrija masa (GC/MS), koji nije prikladan za analizu polarnih spojeva te spojeva velike

molekulske mase, zbog čega je najveći broj važnih bioloških molekula bio analitički vrlo teško dostupan. Raspon masa koje se mogu izravno pratiti vezanim sustavom LC/MS dostiže nekoliko tisuća daltona pa je ta tehnika posebno velike mogućnosti otvorila u području analiza endogenih biokemijskih spojeva (peptida, proteina, glikolipida i glikoproteina, masnih kiselina, vitamina i steroida). Danas LC/MS/MS nema usporedivu alternativu u proučavanju metaboličke transformacije različitih tipova organskih tvari te nalazi naglo rastuću primjenu u istraživanjima rasprostranjenosti i sudbine ksenobiotskih zagađivala u okolišu te u farmakokinetičkim istraživanjima. Primjenom tandem spektrometrije masa za detekciju omogućuje se visoka selektivnost koja je neophodna za pouzdanu detekciju tragova organskih spojeva u kompleksnim uzorcima kao što su tjelesne tekućine ili uzorci uzeti iz okoliša. LC/MS/MS je neophodan za rad suradnika nekoliko zavoda IRB-a te bi mogao biti važan kohezivni element Instituta u njegovom strateškom opredjeljenju za interdisciplinarnost i multidisciplinarnost. Izvan Instituta postoje, također, brojni potencijalni korisnici na Sveučilištu (istraživačke skupine koje se bave organskom kemijom, biokemijom, farmacijom, molekularnom biologijom, biomedicinom, biotehnologijom i zaštitom okoliša), a osim akademskih institucija ovaj bi uređaj mogao biti atraktivan za potrebe razvojnih istraživanja koja se provode u suradnji s farmaceutskom i prehrambenom industrijom. Posebno je potrebno naglasiti da takav instrument ne postoji u hrvatskoj akademskoj zajednici što naše istraživače stavlja u vrlo inferiorn položaj u odnosu na razinu opremljenosti u svijetu, uključujući i ne tako bogate evropske zemlje u tranziciji, te bitno smanjuje našu kompetitivnost za sudjelovanje u međunarodnim projektima.

## Vesna Svetličić:

Instrumentacija za tunelirajuću pretražnu mikroskopiju STM (Scanning Tunneling Microscopy) i za mikroskopiju atomske sile AFM (Atomic Force Microscopy)

Zajednički naziv za STM i AFM je SPM (Scanning Probe Microscopy), odnosno mikroskopija s pretražnom probom. Sakupljeno iskustvo u zadnjih desetak godina pokazuje da se pomoću SPM-a mogu vizualizirati struktura (i time dobiti uvid u svojstva) različitih materijala na atomskoj skali kao što su metali, poluvodiči, te nanešene strukture u obliku filmova na raznim podlogama. SPM je postao nezaobilazno sredstvo pri izučavanju stanja međupovršina u površinskoj elektrokemiji. EC SPM (elektrokemijski SPM) ujedinjuje SPM sa potencijostatom/galvanostatom (elektrokemijskom kontrolom) radi praćenja strukture, svojstava i reaktivnosti elektrodnih površina do atomskog nivoa razlučivanja. Dvije SPM metode, korištene za elektrokemijske primjene su: STM i AFM. Iako je tradicionalno STM bio više upotrebljavan, AFM postaje sve važniji na tom polju istraživanja. STM se oslanja na tuneliranje elektrona između šiljka i vodljive površine. Metoda ispituje lokalnu elektronsku gustoću stanja površina, što je čini spektroskopskom metodom. Za razliku od ostalih spektroskopskih tehnika, STM otkriva trodimenzionalne slike površina do atomske rezolucije. AFM,

za razliku, osjeća interakciju atomskih sila između šiljka i površine. Slike su odraz ukupne gustoće elektronskih stanja sve do Fermijevog nivoa. Prema tome, AFM je neovisan o elektronskoj vodljivosti uzorka, substrata ili šiljka. Ova metoda je pogodna za ispitivanje makromolekula, polimera, vezikula, tekućih kristala, koloida, stanica i staničnih organela, te abiotskih čestica. Komplementarna svojstva STM-a i AFM-a čine ih nezaobilaznim kod izučavanja i praćenja procesa u okolišu. Uvođenje ovih metoda omogućilo bi nam ravnopravne sudjelovanje na međunarodnoj znanstvenoj sceni. SPM metode pokazuju raznolikost veću od bilo kojih dosada korištenih mikroskopskih metoda. Privlačne su za fundamentalna istraživanja kao i za rutinska ispitivanja materijala, budući da su lokalne, nerazarajuće i primjenjive kod krajnje različitih uvjeta. Primjena SPM metoda ujedinjuje znanstvenike raznih disciplina (fizike, kemije, biologije, biofizike, izučavanje materijala) u istraživanju fenomena na nanometarskoj skali. Predložena konfiguracija instrumenta omogućava praćenje uzoraka in situ, npr. u otopini za vrijeme elektrokemijskog eksperimenta. Međutim, ostavljena je mogućnost ispitivanja uzorka na zraku, tj. ex situ. Važno je naglasiti da za razliku od elektronske mikroskopije i to i transmisijske i pretražne, nikakva prethodna priprema uzoraka nije potrebna i moguća su ambijentalna ispitivanja što je naročito važno za proučavanje celularnih i subcelularnih struktura i bioloških makromolekula. Unutar Zavoda za istraživanje mora i okoliša instrument bi se koristio u ispitivanju korozije, elektrokatalize, elektrodepozicije metala, elektrodepozicije organskih filmova, praćenje faznih promjena. U prirodnim uzorcima koristio bi se za određivanje strukture biopolimera, mikrosloja na granici faza zrak/more, organskih agregata od koloidnih do mikroskopskih veličina, za ispitivanje utjecaja prirodnih organskih molekula na elektrodepoziciju metala, te za ispitivanje struktura adsorbiranih organskih molekula u raznim medijazama. Instrument bi mogao naći primjenu unutar većine tema u okviru znanstvenih istraživanja našeg instituta. Konkretno, u Zavodu za istraživanje mora i okoliša ovaj instrument bi se koristio u okviru najmanje 5 tema. Interes i primjena izvan Instituta: PMF - Biologija, Fizika, Biofizika. Vodeći proizvođač na tržištu je "Digital Instruments" i konfiguracija koja bi zadovoljila naše potrebe je NSE controller (STM + AFM) sa odgovarajućom opremom u iznosu od 89.000 USD. No, imajući u vidu potrebe bioloških i biofizičkih istraživanja i time veći broj korisnika ovog uređaja, optimalna ponuda od istog proizvođača uključuje napredniji NS3a controller koji omogućava snimanje uz "tapping mode" nezaobilazan kod imaging-a u rasponu od makromolekula do staničnih struktura i samih stanica. Cijena ove izvedbe je 150.375 USD. Obje verzije instrumenta imaju mogućnost modularne nadogradnje za specifične potrebe. Ovakav instrument ne postoji na našem institutu kao ni u drugim, bilo istraživačkim ili razvojnim, institucijama u Hrvatskoj, pa ga je neophodno uvrstiti u prioritetnu listu kapitalne opreme.



redukciju urana i taloženje uranovog dioksida, konstruirano na osnovi istraživanja prethodnih nekoliko godina, sagrađeno je u radionicama Instituta. Postupak, koji je garantirao visoki stupanj pročišćavanja uranovih spojeva od neželjenih primjesa, patentiran je, i bio je predmetom desetak publikacija u svjetskim časopisima, kao i predmetom izlaganja na Ženevskoj konferenciji o mirnodopskoj upotrebi nuklearne energije 1964. godine

### Nova disciplina: zaštita okoliša i radioekologija

Od početka 1960-tih godina radioekologija, započeta u odjelu biologije, počela je dobivati suradnike i u kemiji. Novoosnovana Međunarodna agencija za atomsku energiju dala je rovinjskom laboratoriju značajnu pomoć nabavkom tada najmodernijih uređaja za mjerenje niskih aktivnosti. Bilo je to doba prekida nuklearnih pokusa u atmosferi, i vrijeme kada su posljedice nastanka i odlaganja (fall-out) radio- nuklida bili u svijetu prepoznati kao jedan od važnih problema zaštite okoliša. Jednako tako počeli su se razumijevati problemi odlaganja radioaktivnog otpada. Tako su se već 1963. godine suradnici Odjela fizičke kemije, zajedno s nekim fizičarima suprotstavili gradnji prve jugoslavenske nuklearne elektrane na metalni uran, a grafitom moderirane. Razlog je bio prigovor na uvoz tada već zastarjele tehnologije, kao i na neriješen problem odlaganja nuklearnog otpada. Kada se shvati da je iza tog projekta stajao Institut u Vinči, koji je imao podršku srpskog partijskog vrha, protivljenje tom projektu zahtijevalo je kako znanstveni angažman, tako i dobru mjeru političke hrabrosti. Taj je projekt, nakon rasprave o pitanjima koje su pokrenuli suradnici Instituta, ali i zbog drugih kadrovskih i financijskih problema, odbačen.

Projekt uranovog dioksida završen je 1968. godine.

Potaknuti raspravama oko radioaktivnog otpada i proučavanjem ekološke literature, suradnici koji su radili na uranu, priključili su se dijelu biologa i preorijentali se na istraživanja Jadrana. Idejni vođa te orijentacije u Institutu bio je biolog Stjepan Kečkeš. Njega, iako sa kašnjenjem od 10 godina, možemo smatrati osnivačem jedne značajne (multi)discipline, i staviti ga uz bok prvoj generaciji osnivača Instituta. Od 1.1.1969. proradio je Centar za istraživanja mora s laboratorijima u Zagrebu i u Rovinju, u kojem se uz većinu kemičara, najavljuju i nove generacije biologa - ekologa, fizičkih oceanografa, geografa i geologa. Uz mnoge poteškoće, uspone i padove, danas u Institutu djeluju zasebni Centar za istraživanje mora u Rovinju, i Centar za istraživanje mora i okoliša u Zagrebu. U okviru Centra u Zagrebu radi i laboratorij za radioekologiju, koji svojom instrumentacijom i djelatnostima predstavlja jedini kvalificirani eksperimentalni laboratorij za kontrolu radioaktivnosti u Hrvatskoj. Zagrebački je dio tog Centra, zahvaljujući zauzimanju i djelatnosti kemičara Marka Branice, osnovao i prvi hrvatski, sveučilišni, multidisciplinarni, poslijediplomski studij iz oceanologije.

### Umjesto zaključka

Kemija je u Institutu u svojim zvjezdanim danima bila karakterizirana stalnim inovacijama - stvaranjem novih disciplina i orijentacija, i napuštanjem starih i preživjelih. Život na staroj slavi nije se sviđao ondašnjim mladim istraživačima. Danas, usmjereni tek na broj publikacija i na preživljavanje u zvanjima, taj se duh poduzimljivosti više ne prepoznaje. Institut je tek skup individualaca, a nije kooperativni sustav intelektualaca. Možda je to odraz nove, postmoderne orijentacije znanosti. U nju se oni, koji su stvarali kemiju na Institutu, više ne uklapaju.



**50**  
INSTITUT  
RUĐER  
BOŠKOVIĆ

design skala / mazal

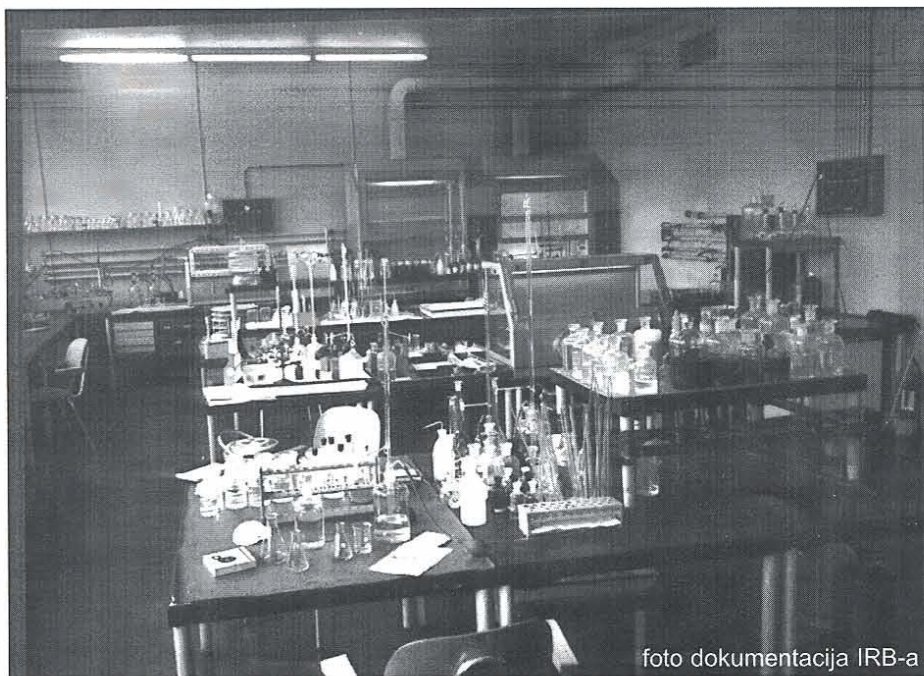
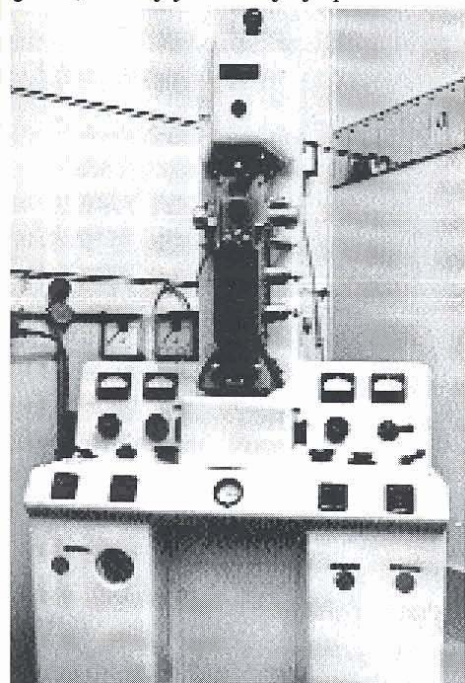


foto dokumentacija IRB-a



# PRVI ELEKTRONSKI MIKROSKOP U INSTITUTU "RUĐER BOŠKOVIĆ"

Elektronska mikroskopija je nakon drugog svjetskog rata doživjela u svijetu nagli procvat. Na tržištu se pojavio niz proizvođača s novim tipovima elektronskih mikroskopa. U Institutu "Ruđer Bošković" je već 1953. godine, zahvaljujući nastojanju profesora M.

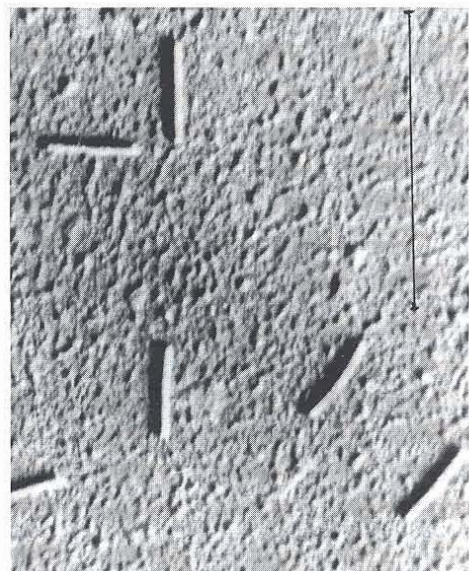


**Transmisijski elektronski mikroskop KM-4, Trüb&Täuber, Zürich.**

Paića, nabavljen elektronski mikroskop švicarske firme Trüb & Täuber, Zürich. Bio je to prvi elektronski mikroskop u Hrvatskoj, a i u tadašnjoj Jugoslaviji. Instrument je koristio visoki napon (ubrzanje elektrona) od 35 - 50 kV, a glavna leća, objektiv, bila je elektrostatska. Imao je i druge neuobičajene osobine, primjerice hladnu katodu i tzv. molekularnu sisaljku, kojom se mogao dobiti

visoki vakuum do 10-4 mm Hg. Mikroskop je sustavno počeo raditi u jesen 1954. godine, kad je voditeljstvo laboratorija preuzeo dr. Z. Devidé, tada asistent u Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Od početka 1955. godine laboratorij je dobio i stalnog člana (M. Wrischer). Elektronski mikroskop Trüb&Täuber bio je za današnje pojmove instrument razmjerno niske moći razlučivanja (5 - 10 nm). Direktno maksimalno povećanje na zaslonu (linearno), koje se moglo postići, bilo je svega 10000 puta. Uprkos takvim skromnim mogućnostima tim su instrumentom omogućena istraživanja vrlo raznolikog materijala, ponajviše raznih koloidnih sustava, sitnih čestica (čade i drugih praškastih materijala), replika metala i sl. Instrument su koristili kako istraživači u Institutu "Ruđer Bošković", tako i oni raznih fakulteta i industrije u Zagrebu, ali i izvan Zagreba (Beograd, Novi Sad). Od biološkog materijala istraživani su virusi, bakterije i izolirani dijelovi stanica, ponajprije pomoću metode tzv. sjenčanja metalima. Ispocetka je za tu preparaciju korišten uređaj u laboratoriju dr. P. Tomaša, a kasnije vlastiti uređaj izgrađen u laboratoriju (Z. Ogorelec). Godine 1959. nabavljen je ultramikrotom, kojim je konačno bilo moguće istraživanje cijelih stanica i tkiva. Niska moć razlučivanja i druge osobine elektronskog mikroskopa (greške leća) nisu dozvoljavale dobivanje kvalitetnih snimaka biološkog materijala. Zbog toga se za biološke uzorke počeo koristiti vrlo kvalitetan elektronski mikroskop (firme Siemens), koji je 1965. godine nabavljen na Sveučilištu u Zagrebu. Elektronski mikroskop Trüb&Täuber se, međutim, i dalje još više godina koristio za istraživanje koloidnih sustava, praškastih materijala, replika i drugih uzoraka. Kroz 20 godina rada tim je instrumentom snimljeno oko 20000

negativa, publicirano je 15-tak radova iz područja biologije, a znatno više radova objavljeno je iz drugih područja prirodnih i tehničkih znanosti, većinom iz područja koloidne kemije. Podaci dobiveni tim instrumentom korišteni su u velikom broju magistrskih i doktorskih radova. Tijekom tog razdoblja taj je instrument koristilo oko 40-tak istraživača iz Instituta "Ruđer Bošković", i isto toliko iz drugih ustanova i industrije. Zbog sve manjeg korištenja instrument je 1973. godine u radnom stanju poklonjen Tehničkom muzeju u Zagrebu.



**Virus mozaične bolesti duhana; snimljeno 1955. godine.**

**Došli u Institut tijekom travnja 2001. godine**  
Körbler Tajana, Kovačević Ivana, Narančić Sanja, Novak Ivica, Radić Marijana

**Otišli iz Instituta tijekom travnja 2001. godine**  
Lončar Đurđa (mirovina) Vrhovski Irena

## ISPRAVAK

*dr.sc. Rudolf Kiralj svojom je voljom otkazao ugovor o radu a ne po sili zakona kao što je pogrešno navedeno u broju od prosinca 2000. godine.*

**Magistarski radovi izrađeni u Institutu i obranjeni tijekom travnja 2001. godine**

Dalibor Merunka: Proširenje modela jakog vezanja dipolnog momenta I vodikove veze u feroelektricima KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> i KD<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; voditelj B. Rakvin, obrana 06. 04. 2001.

Pavle Mintas: Fizičko-kemijski oblici olova (II), cinka (II) i talija (I) u vodenim otopinama natrijevog perklorata i klorida; voditelj M. Branica, obrana 27. 04. 2001.

**Disertacije izrađene u Institutu i obranjene tijekom travnja 2001. godine**

Mato Hacmanjek: Zastupljenost i značenje nametnika riba na ribnjačarstvima Narta i Lipovljani; voditeljica Ž. Matašin, obrana 10. 04. 2001.

Jasminka Kontrec: Uklanjanje primjesa kovinskih iona iz slabo topljivih soli pomoću tekućih membrana; voditeljica Lj. Brečević, obrana 09. 04. 2001.

Kornelija Passek: Primjena perturbativne kromodinamike na određivanje funkcije strukture pion; voditelj B. Nižić, obrana 24. 04. 2001.







## Do čega smo već dospjeli u zemlji čudesa?

U posljednjoj objavljenjnoj sindikalnoj kolumni, a pisanoj početkom prosinca prošle godine, naznačio sam (iako

nisam bio siguran) kako bi se ipak dalo zaključiti da Vlada RH svojim postupcima u biti negira i sam čin kolektivnog pregovaranja. Ono "kako nisam siguran" pokazalo se i više nego li suvišnim. To su dokazala zbivanja početkom godine koja su kulminirala donošenjem zakona o plaćama u javnim službama u Saboru 14. ožujka ove godine. Svi naponi različitih sindikalnih udruga, uključujući i naš sindikat, u cilju spriječavanja donošenja tako koncipiranog zakona ostali su bez uspjeha. Samom donošenju zakona prethodili su dugotrajni razgovori o politici plaća u javnom sektoru kao i o potpisivanju socijalnog pakta za ovu i naredne dvije godine. Obzirom da se tijekom tih pregovora i razgovora radilo više o monologu i diktatu vladajućih nego li o istinskom pregovaranju ravnopravnih socijalni partnera, rezultat svega je gotovo unisono odbijanje ponuđenog od gotovo svih sindikalnih središnjica. Pokazala se dakle ispravnost naših stavova i zahtjeva krajem prošle godine, a što smo pokušali izboriti i štrajkom. Dio sindikata (kao i šire javnosti) koji su tada bili protivni našim stavovima i zahtjevima sada je promijenio u potpunosti svoja stajališta. Naime, sada se počelo raditi i o "njihovoj koži", te sve ono "nerazumno" što je tražio naš sindikat sada postaje potpuno razumljivo i opravdano. Svi su sindikati ustali u obranu onog temeljnog civilizacijskog dosega - prava na kolektivno pregovaranje. No, ostavimo po strani odnose među sindikatima, oni su često uvjetovani različitim interesima koje pojedine središnjice zastupaju, i pogledajmo što nam to novo i bitno donosi novousvojeni zakon o plaćama u javnim službama.

Kao prvo, valja istaknuti da se radi o jednom od najkraćih zakonskih tekstova kojim nas je zakonodavac uz pomoć 17. članaka (od toga svega 4. bitna) uspio vratiti, usudio bih se reći, najmanje desetljeće unatrag. Prva značajna novina u ovom zakonu pojavljuje se u članku 4. Plaću čini umnožak koeficijenta složenosti poslova radnog mjesta na koje je službenik i namještenik raspoređen i osnovice za izračun plaće, uvećan za 0.5% za svaku navršenu godinu radnog staža u javnoj službi. Dokidaju se dakle platni razredi i napredovanja unutar sustava platnih razreda što će se naročito nepovoljno odraziti na zaposlenike nižih kvalifikacija. U postojećem sustavu primjerice, zaposlenik koji je startao s koeficijentom 1.00 nakon 20 godina radnog staža stjecao je koeficijent 1.68 napredovanjem za četiri platna razreda. Dakle, plaća mu je rasla za 68% u odnosu na početničku; shodno novom zakonu plaća će mu nakon 20 godina radnog staža porasti svega 10%. Pored toga, u sastavu plaće više nema ni stalnog dodatka od 300 kuna (popularno zvanog topli obrok) a koji je iznosio 21% jediničnog koeficijenta u postojećem sustavu plaća. Naravno, u eri općeg rezanja prava "nestali" su i dodaci za magisterij odnosno doktorat kao i dodaci od 10% odnosno 30% redovnim profesorima i znanstvenim savjetnicima.

U članku 5. se kaže kako su polazište za utvrđivanje osnovice za izračun plaće proračun za tekuću godinu, sporazum o politici plaća i prosječna mjesečna isplaćena brutto plaća zaposlenih u RH u prethodnoj godini. Vezivati polazište za utvrđivanje osnovice za izračun plaća uz proračun u svjetlu kolektivnog pregovaranja je u

najmanju ruku neprirodno. Stoga je ispravno zaključiti kako kolektivnog pregovaranja naprosto više nema. Iako se u

istom članku u sljedećem stavku navodi da se osnovica za izračun plaće utvrđuje kolektivnim ugovorom, već se u sljedećem stavku kaže da ukoliko se osnovica ne utvrdi do donošenja proračuna, istu utvrđuje Vlada. Sporazum o politici plaća odbacile su sve sindikalne središnjice stoga jer je neprihvatljiv. Shodno tome a i dosadašnjoj praksi, osnovicu će dakle autonomno određivati Vlada, a stavak drugi članka 5. ovoga zakona postoji samo radi "ljepote forme".

Da ne bi ostalo samo na ovom, zakonodavac se pobrinuo već u sljedećem članku u kojem nazive pojedinih radnih mjesta te stručne uvjete za raspored na ta radna mjesta daje na utvrđivanje Vladi (koja pri tome može i birati što da koristi: poseban zakon ili uredbu). Pored toga, vrijednost koeficijenata radnih mjesta utvrđuje uredbom Vlada (stavak prvi članka 7.). Tu dakle s našim zakonodavcem nema šale, Vlada mora koristiti isključivo uredbu, a pored toga prijedlog uredbe dostaviti na MIŠLJENJE sindikatu koji je dužan SVOJE MIŠLJENJE dostaviti u roku 15 dana. Ako u tom roku sindikat ne dostavi mišljenje, smatra se da je dao pozitivno mišljenje. Ovaj su put sindikati imali sreće, u zakonu nisam pronašao niti jednu odredbu koja bi sankcionirala negativno mišljenje sindikata, što se u sljedećem zakonu i pod uvjetom da se stvari i dalje budu odvijale u ovom pravcu ne bi smjelo isključiti. Ipak, zakonu se ne smije odreći kvaliteta barem u jednom segmentu. Zaštita potrebnih stručnih - čitaj "električarskih" kadrova osigurana je odredbom prema kojoj najviši koeficijent radnih mjesta III vrste (opći uvjet je srednja stručna sprema) iznosi 1.10 što je ipak nešto više u odnosu na najniži koeficijent radnih mjesta prve vrste za koje je opći uvjet visoka stručna sprema. Na taj način pribavljanje lažnih diploma postaje suvišno i dragi nam "kolege električari" sada će moći sasvim legalno i u skladu sa zakonom naplatiti svoju "neophodnu stručnost".

Što još i da li je uopće išta još potrebno dodati? Konstatirati kako suci i dalje ne žive u zemlji čudesa? Izraziti bojazan da zemlju čudesa napuste i liječnici, a liječenje je zakonodavcima i vlastodržcima ipak možda neophodnije od obrazovanja? Možda jedino još i to kako je jedna od preuzetih obveza Vlade prema MMF-u i smanjivanje broja zaposlenih u javnim i državnim službama ove godine izražena brojkom od 10 000. Teško je vjerovati kako će se među njima naći i netko od "neophodnog stručnog-električarskog" kadra, svejedno posjedovao on lažnu diplomu ili ne.





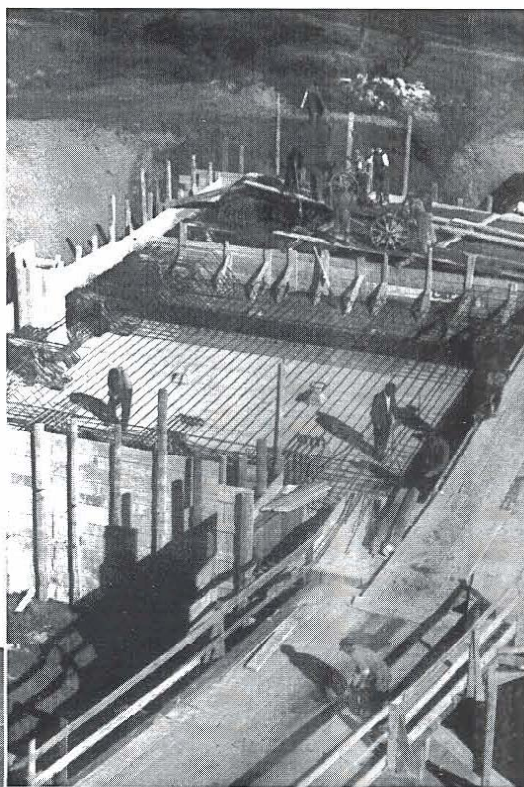
industrije, zanemarivanjem ratarstva i stalnom oskudicom u temeljnim materijalima. Ako je i otvoreno gradilište bilo proglašeno kao ključni objekt, taj privilegij nije mnogo štitio pred jačim štukama koje bi raznijeje cement, profilno željezo, različite cijevi, instalacije, uređaje i radnu snagu. I samo poduzeće prenapelo se preko suviše gradilišta, i gdje se više pritiskalo, tamo se brže napredovalo. Trebalo je neprestano obilaziti rukovodioce i pozivati na odgovornost izvršioce, ukratko, moliti, dokazivati, svađati se i psovati, a u intervalima tih sastanaka trkati poput palira i sablasti betonskim skeletom».

**J**a sam po svojem povratku u Zagreb, bila zadužena da uredim i osposobim prostorije u zgradi Krila II za laboratorij za sintezu  $^{14}\text{C}$ -obilježenih spojeva. Bile su to (a još su i danas) tri sobe u prvom katu i tri sobe u prizemlju. Kako prvi kat još nije bio iznutra ni zidarski dovršen, pokriven je vrh stubišta daskama, a tako je uređenje laboratorija započelo u prve tri sobe prizemlja, negdje početkom 1954. godine.

#### Literatura:

1. Ivan Supek: Zapisi iz biografije «Ruđera Boškovića» u Institut «Ruđer Bošković» 1950-1990.
2. Drago Grdenić: Prirodoslovno-matematički fakultet i osnivanje Instituta «Ruđer Bošković» u Sto dvadeset godina nastave prirodoslovlja i matematike na Sveučilištu u Zagrebu. Spomenica PMF-a, Laser plus, Zagreb, 1996, str. 385-390.
3. Nikola Cindro: Umjesto Uvoda u Institut «Ruđer Bošković» 1950-1990.
4. Drago Grdenić: Mojih pedeset godina kemije. HDKI/Kemija u Industriji, 2000. (Biblioteka Hrvatski kemičari i kemijski inženjeri, knjiga I, str. 19-20) Zagreb, 2000.

foto dokumentacija IRB-a:



#### impresum:

Glasilo djelatnika  
**Instituta "Ruđer Bošković"**  
Bijenička c. 54, 10 000 Zagreb  
tel: +385 (0)1 4561 111,  
fax: 4561 111  
e-mail: [rudjer@rudjer.irb.hr](mailto:rudjer@rudjer.irb.hr)  
URL: <http://www.irb.hr>

Ovaj broj uredili su:  
Glavni urednik: *Mislav Jurin*  
Tehnički urednik: *Karolj Skala*  
Uredništvo: *Velimir Bardek*  
*Dunja Čukman*  
*Koraljka Gall-Trošelj*  
*Kata Majerski*  
*Iva Melinščak-Zlodi*  
*Tvrtko Smital*  
*Jadranka Stojanovski*

Digitalna obrada i izvedba:  
*Institut Ruđer Bošković*  
*Grafički fakultet u Zagrebu*

Izlazi mjesečno





Stjepan Lugomer

# Laser-matter Interactions

## Surface self-organization

Poštovani kolega, član našeg instituta Stjepan Lugomer ovih je dana objavio knjigu pod naslovom "LASER - MATTER INTERACTIONS". Originalni i kreativni tekst od preko 350 stranica, 250 slika, tablica i crteža u izdanju "Profil International" - Zagreb obrađuje jedno posebno zanimljivo područje u kojem fundamentalne znanosti brzo nalaze primjenu. Izučava se djelovanje kratkih ali vrlo intenzivnih laserskih impulsa na krute, uglavnom metalne površine. Uslijed visoke laserske energije, brze apsorpcije i hlađenja procesi su neravnotežni i nelinearni te obiluju fenomenima. Taljenje metalne površine popraćeno procesima boranja, isparenja, ključanja i plazmatskog oblaka ostavlja u površini materijala zamrznutu sliku cjelokupnog događaja. Nastale zrnate, čelijske, filamentne, mjehuričaste i druge samoorganizirane strukture izučene su u ovisnosti o gustoći energije laserskog snopa, trajanju impulsa i meti eksperimenta. Sva su opažanja sustavno klasificirana, ali i popraćena modelnim računima u 2 i 3D prostoru, pri čemu fraktalni i kaotični režimi zauzimaju istaknuto mjesto.

Tekst je organiziran u originalnoj hijerarhijskoj shemi te izložen na vrlo jasan način koji osigurava njegovo korištenje u sveučilišnoj nastavi, ali i među specijalistima užih područja. Autor je ovim vrsno uobličenim djelom zaokružio vlastita višegodišnja istraživanja i ponovo se istakao među ekspertima područja fizike materijala i laserskih tehnologija.